


**Inductive position pickup (position encoder, displacement sensor)**

Patent Number: DE4337208  
Publication date: 1995-05-04  
Inventor(s): OFFTERDINGER WOLFRAM (DE); UTZ RAINER DR (DE)  
Applicant(s): SIEDLE HORST KG (DE)  
Requested Patent: ☐ DE4337208  
Application Number: DE19934337208 19931030  
Priority Number(s): DE19934337208 19931030  
IPC Classification: G01B7/02  
EC Classification: G01D5/20C1  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

An inductive position pickup has a primary coil, a displaceable core and a secondary coil or differential reactor system which generates the measuring voltage as a function of the displacement of the core. In order to linearise the measuring signal, in particular in order to compensate temperature-dependent signal variations, a third, stationary control coil 15 is provided which detects the magnetic flux emanating from the primary coil 11 and whose output voltage is evaluated for the purpose of keeping the magnetic flux of the primary coil constant. 

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 43 37 208 A 1

51 Int. Cl. 9:  
G 01 B 7/02

21 Aktenzeichen: P 43 37 208.2  
22 Anmeldetag: 30. 10. 93  
43 Offenlegungstag: 4. 5. 95

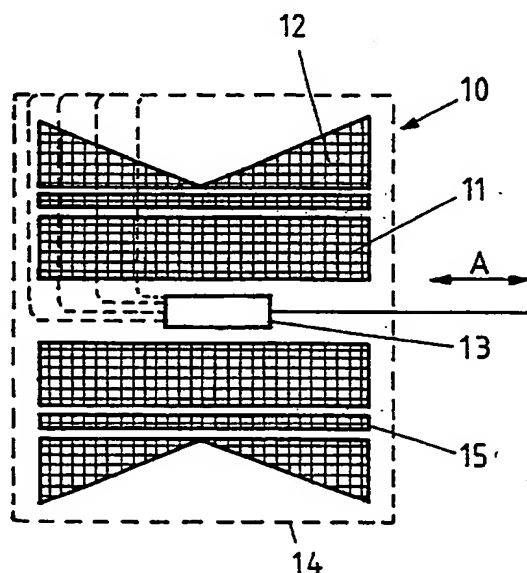
DE 43 37 208 A 1

71 Anmelder:  
Horst Siedle KG, 78120 Furtwangen, DE  
74 Vertreter:  
Otte, P., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 71229 Leonberg

72 Erfinder:  
Offterdinger, Wolfram, 70619 Stuttgart, DE; Utz,  
Rainer, Dr., 73760 Ostfildern, DE

54 Induktiver Weggeber

57 Bei einem induktiven Weggeber mit Primärspule, verschiebbarem Kern und die Meßspannung in Abhängigkeit zur Verschiebung des Kerns erzeugender Sekundärspule bzw. Differential-Drosselsystem wird zur Linearisierung des Meßsignals, insbesondere zur Kompensation von temperaturabhängigen Signaländerungen, eine dritte, stationäre den von der Primärspule 11 ausgehenden magnetischen Fluß erfassende Regelspule 15 vorgesehen, deren Ausgangsspannung zur Konstanzhaltung des magnetischen Flusses der Primärspule ausgewertet wird.



DE 43 37 208 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

5

Die Erfindung geht aus von einem induktiven Weggeber nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Induktive Weggeber, beispielsweise in der Form von Differentialspulenanordnungen bzw. Systemen, bei denen ein in Abhängigkeit zum zu messenden Weg verschiebbarer Magnetkern die Kopplung zwischen Primär- und Sekundärspulen beeinflusst, sind in vielfältiger Form bekannt; die gewonnenen Ausgangskurven als Spannung über dem zu messenden Weg haben dabei üblicherweise eine schwach gekrümmte, schräg liegende S-Form, wobei durch die Kernverschiebung jeweils eine andere Kopplung zu den Sekundärspulen zustande kommt, so daß in diesen über den von der Magnetspule ausgehenden Fluß jeweils unterschiedliche Spannungen induziert werden. Dabei läßt sich theoretisch zeigen, daß sich eine geometrische Dreiecksform der Sekundärspulen als für eine möglichst angenähert lineare Messung als optimal herausgestellt hat, d. h. daß durch die Kernverschiebung Flußverhältnisse erzeugt werden, die sich, nicht zuletzt aufgrund einer rotationssymmetrischen Struktur der Meßspulenanordnung und eines entsprechend ausgebildeten Rückschlußmantels in einem nahezu linearen Ausgangssignal ausdrücken lassen, vorausgesetzt man verbleibt im mittleren Bereich der S-Kurvenform, wodurch auch sonstigen Asymmetrien begegnet werden kann.

Ein weiteres Problem bei solchen induktiven Gebern besteht allerdings darin, daß sich die Meßgenauigkeit beeinflussende Temperaturprobleme ergeben, denen man praktisch nicht ausweichen kann, allein schon deshalb nicht, weil eine Stromversorgung der Primärspule unausweichlich ist. Der Grund hierfür besteht darin, daß sich der Ohm'sche Anteil der Spule, also die Kupferwicklung der Primärspule bei angelegter, üblicherweise durchaus hochkonstanter Spannung erwärmt, wodurch sich der Kupferwiderstand ändert. Dies führt dazu, daß die an der Induktivität anliegende wirksame Spannung, wenn man sich beispielsweise das Reihenersatzschaltbild einer mit Ohm'schen Verlusten behafteten Spule vor Augen hält, ebenfalls beeinflusst wird, nämlich üblicherweise abnimmt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, dieses Problem zu lösen und bei einem induktiven Weggeber dafür zu sorgen, daß Genauigkeitsverluste, die sich beim normalen Betrieb des Systems allein durch die Spannungsversorgung ergeben, vermieden werden können.

30

## Vorteile der Erfindung

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und hat den Vorteil, daß unabhängig vom Verhalten der das Meßsystem mit Energie versorgenden Primärspule in Abhängigkeit zur Umgebungstemperatur bzw. des sie speisenden Stromes sichergestellt ist, daß eine konstante magnetische Durchflutung aufrechterhalten ist, auf die es bei einem induktiven Weggeber allein ankommt. Es gelingt der Erfindung also, die Flußverhältnisse bzw. den von der Primärspule ausgehenden Gesamtfluß konstant zu halten, unabhängig von der Position des sich wegabhängig ändernden Kerns, so daß die von der Sekundärspule bzw. den jeweiligen Sekundärspulen aufgenommene magnetische Durchflutung ausschließlich eine Funktion der Kernposition ist und sich mit dieser ebenso ausschließlich ändert.

Dies begünstigt nicht nur die Linearität entscheidend, sondern sorgt dafür, daß unabhängig davon, ob das Meßsystem sich an einem gut durchlüfteten Platz befindet oder ob Wärmestauungen auftreten, stets das gleiche Meßergebnis bei gleicher Kernposition erzielt wird, indem direkt auf die magnetische Durchflutung abgestellt wird.

Die Erfindung ermöglicht es daher, nicht nur durch eine konstante Versorgungsspeisespannung für die Primärspule auch den von ihr ausgehenden magnetischen Fluß möglichst konstant zu halten, was bisher versucht wurde, sondern löst sich von dieser Vorstellung, erfaßt den von der Primärspule ausgehenden Fluß direkt und regelt diesen auf einen konstanten Wert.

Zu diesem Zweck ist eine dritte Wicklung als stationäre Regelwicklung vorgesehen, die den von der Primärwicklung erzeugten magnetischen Fluß erfaßt, also auch in der hierzu erforderlichen geometrischen Position angeordnet ist. Die in dieser dritten Regelwicklung induzierte Spannung wird mit einer konstanten Sollwertspannung, die insofern einem konstanten Magnetfluß entspricht, verglichen und die Speisespannung für die Primärspule entsprechend nachgeregelt, beispielsweise indem man deren Speiseschaltzirkuit als amplitudengeregelten Oszillator ausbildet.

Die in der Regelspule induzierte Spannung, die Regelspannung, wird also mit einer konstanten Sollwertspannung verglichen. Dies führt dazu, daß bei Abweichungen die Amplitude der Oszillatorspannung für die Primärspule erhöht oder erniedrigt wird.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Erfindung möglich. Besonders vorteilhaft ist die rotationssymmetrische Ausbildung der Meßapparatur, wobei die stationäre Regelspule in ihren geometrischen Abmessungen den Abmessungen der Primärspule entspricht und diese umgebend zwischen der Primärspule und der bzw. den Sekundärspulenwicklungen sitzt, so daß es genau die Durchflutung ist, die auch die Meßspannung in den Sekundärspulen induziert, die von der stationären Regelspule erfaßt wird.

65

## Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisiert eine mögliche Ausführungsform eines induktiven Weggebers mit entsprechend dem zu messenden Weg verschiebbaren Magnetkern;

Fig. 2 das Diagramm der eine leicht S-förmige Form aufweisenden Ausgangsspannung eines induktiven Weggebers über dem Weg und

Fig. 3 in Form eines Blockschaltbilds den Regelkreis zur Konstanthaltung des Magnetflusses bei einem induktiven Weggeber, während die

Fig. 4 und 5 einen entsprechenden Aufbau und entsprechende Verhältnisse bei einem Differentialdrosselsystem darstellen.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Der Grundgedanke der Erfindung liegt darin, bei einem induktiven Weggeber zu Meßfehlern führende Temperatureffekte dadurch zu beseitigen, daß man unmittelbar auf die durch die Primärspule vorgegebenen Flußverhältnisse Einfluß nimmt und den auf die Sekundärspulen einwirkenden magnetischen Fluß konstant hält, natürlich mit Ausnahme der sich aufgrund der Kernverschiebung ergebenden Durchflutungsänderungen, so daß ausschließlich noch diese, für den Meßvorgang gewünschte Abhängigkeit der in der oder den Sekundärspulen induzierten Spannung den Meßwert bestimmt.

In Fig. 1 trägt die Primärspule des dort rotationssymmetrisch dargestellten induktiven Weggebers 10 das Bezugszeichen 11, die Sekundärspule 12 weist, in etwa von der geometrischen Mitte ausgehend, eine ausgeprägte Dreiecksform auf, die sich für die Gewinnung von so linear wie möglich verlaufenden Meßausgangswerten als optimal erwiesen hat — vgl. auch die Diagrammdarstellung der Fig. 2, die den Verlauf der Ausgangsspannung in Abhängigkeit zum Weg eines Magnetkerns 13 darstellt, der sich im zentralen Hohlraum der Primärspule 11 längsverschieblich entsprechend dem Doppelpfeil A bewegen läßt und dessen jeweilige Position bzw. Verschiebung eine jeweils andere Kopplung der Primärspule 11 mit der oder den Sekundärspulen 12 bedeutet, so daß sich die S-Form der Ausgangsspannung  $U_A$  über dem Weg entsprechend Fig. 2 ergibt. Üblicherweise ist das ganze Meßsystem über einen äußeren Rückschlußmantel 14 zur Bündelung und Führung der magnetischen Feldlinien abgeschlossen, so daß eine der Hauptursachen für Linearitätsänderungen und Fehler in der Meßgenauigkeit darin zu suchen ist, daß sich auf das Meßsystem Temperatureffekte auswirken, die dazu führen, daß der von der Primärspule 11 ausgehende Magnetfluß nicht konstant ist, d. h., daß sich die in der Sekundärspule 12 induzierte Spannung nicht nur in Abhängigkeit zur durch die Kernverschiebung veränderten Kopplung verändert, sondern auch noch in Abhängigkeit zur jeweiligen Temperatur beispielsweise der Kupferwicklung der Primärspule, wie eingangs schon erwähnt.

Es ist daher noch eine Zwischenwicklung als stationäre Regelspule 15 vorgesehen, die sich zwischen der Primärspule 11 und der Sekundärspule 12 befindet und sich bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel rotationssymmetrisch und im Umfang der Primärspule und in der Länge deren geometrischen Abmessungen entsprechend erstreckt.

Diese stationäre Regelspule wird ebenfalls von dem von der Primärspule 11 ausgehenden magnetischen Fluß durchflutet, so daß in ihr eine Spannung induziert wird, die entsprechend dem Blockschaltbild der Fig. 3 als sich mit der Kernverschiebung nicht ändernde Ausgangsspannung  $U_R$  ergibt und einem Vergleich 16 zugeführt sein kann, der die in der Regelspule 15 induzierte, dem magnetischen Fluß der Primärspule absolut proportionale Regelspannung mit einem festen Sollwert vergleicht. Bei entsprechender Abweichung, was einer entsprechenden Änderung der auf die Primärspule 11 zurückzuführenden magnetischen Kraftlinie entspricht, wird der die Speisespannung für die Primärspule 11 erzeugende Oszillator 17 im Sinne einer Wiederherstellung der ursprünglichen Flußverhältnisse angesteuert, also beispielsweise zur Erzeugung einer Speisespannung für die Primärspule 11 mit größerer Amplitude veranlaßt.

Diese zusätzliche Regelspule 15 stellt daher mit geringem Aufwand sicher, daß eine wesentliche Fehlergröße bei induktiven Weggebern beseitigt bzw. auf durchaus unschädliche Einflußgrößen reduziert wird, wobei nicht auf Zwischengrößen abgestellt wird, sondern direkt der von der Primärspule ausgehende Fluß als im Grunde einzig maßgebende Größe für die Genauigkeit des induktiven Weggebers erfaßt und auf konstante Werte geregelt wird.

Die Fig. 4 und 5 zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel vorliegender Erfindung unter Zugrundelegung eines Differentialdrosselsystems, also in Form eines induktiven Weggebers mit Differentialdrossel und verschiebbarem Kern. Auch hierbei wird der magnetische Fluß innerhalb der Drosselspule mit Hilfe einer Regelspule 15' erfaßt und unter Zugrundelegung des gleichen, weiter vorne schon beschriebenen Prinzips mit Hilfe eines der Differentialdrossel 12' speisenden, in seiner Amplitude geregelten Oszillators 17' konstant gehalten.

Dabei erfolgt die Spannungsinduktion bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1, 2 und 3 nach der Formel

$$U_{\text{ind}} = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt} = -N \cdot A \cdot \frac{d\Theta}{dt} \quad (1)$$

wobei  $\Theta$  die magnetische Induktion ist. Bei diesem Sekundärspulen-Meßprinzip entsprechend Fig. 1 und 3 wird also über die Geometrie der Sekundärspulen 12 (wie in der Zeichnung dargestellt von den Rändern zur Mitte abfallend dreieckförmig verlaufend) die Windungszahl  $N$  verändert, so daß gilt

$$N = N(x),$$

so daß die Windungszahl  $N$  die Funktion des Ortes  $x$  ist.

Im Übergang zum Differentialdrosselsystem läßt sich die Gleichung (1) wie folgt umformen:

$$U_{\text{ind}} = -N \cdot A \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{dH}{dt} \quad (2)$$

wobei für eine Zylinderspule gilt:

$$H = \frac{I \cdot N}{l} \quad (3)$$

Aus (2) und (3) ergibt sich dann:

$$U_{\text{ind}} = -L \cdot \frac{dI}{dt}$$

mit  $L$  = Selbstinduktivität, so daß die Regelung beim Differentialdrosselprinzip entsprechend den Fig. 4 und 5 auf eine Konstanthaltung des Stroms  $I$  durch die Amplitudenregelung des Speiseoszillators 17' hinausläuft, über die Funktion der Regelspule 15'.

Entsprechend Fig. 5 ist dabei die Differentialdrossel 12' mit Mittelanzapfung in Form einer Brückenschaltung ausgebildet, beispielsweise mit parallelen Widerständen des normierten Wertes EINS und Erfassung des Meßwerts über Anzeigemittel 18' im Quersweig.

Abschließend wird darauf hingewiesen, daß die Ansprüche und insbesondere der Hauptanspruch Formulierungsversuche der Erfindung ohne umfassende Kenntnis des Stands der Technik und daher ohne einschränkende Präjudiz sind. Daher bleibt es vorbehalten, alle in der Beschreibung, den Ansprüchen und der Zeichnung dargestellten Merkmale sowohl einzeln für sich als auch in beliebiger Kombination miteinander als erfindungswesentlich anzusehen und in den Ansprüchen niederzulegen sowie den Hauptanspruch in seinem Merkmalsgehalt zu reduzieren.

#### Patentansprüche

1. Induktiver Weggeber mit Primärspule, verschiebbarem Kern und die Meßspannung in Abhängigkeit zur Verschiebung des Kerns erzeugender Sekundärspule, dadurch gekennzeichnet, daß eine dritte, stationäre von der Primärspule (11) ausgehenden magnetischen Fluß erfassende Regelspule (15) vorgesehen ist, deren Ausgangsspannung zur Konstanthaltung des magnetischen Flusses der Primärspule ausgewertet wird.
2. Induktiver Weggeber nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Regelspule (15) induzierte, dem von der Primärspule ausgehenden Fluß proportionale Ausgangsspannung als Regelspannung zu einem Vergleichs (16) zugeführt ist, dort mit einer konstanten Vergleichsspannung verglichen wird und bei Regelabweichung der die Primärspule (11) speisende Oszillator (17) angesteuert wird.
3. Induktiver Weggeber nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der die Speisespannung für die Primärspule (11) erzeugende Oszillator (17) ein amplitudengeregelter Oszillator ist.
4. Induktiver Weggeber nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die stationäre Regelspule in ihren geometrischen Abmessungen so ausgebildet und dem Aufbau der Primärspule (11) angepaßt ist, daß unabhängig von der Bewegung des den jeweils zu messenden Weg angegebenden Magnetkerns (13) der gesamte von der Primärspule ausgehende Fluß erfaßt und ausgewertet wird.
5. Induktiver Weggeber nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Sekundärspule als mitten-angezapfte Differentialdrossel (12 t), insbesondere als Teil einer Brückenschaltung, ausgebildet ist und durch den vom Vergleichs (16') in seiner Amplitude geregelten Speiseoszillator (17') für die Differentialdrossel (12') der diese durchfließende Strom konstant gehalten wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

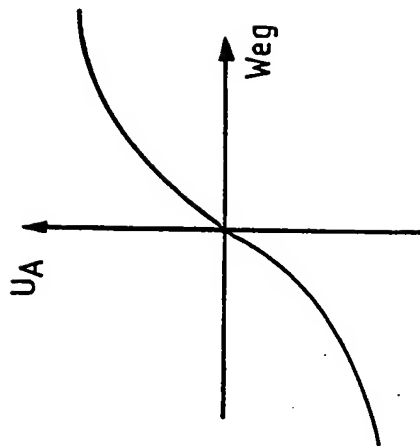


Fig. 2

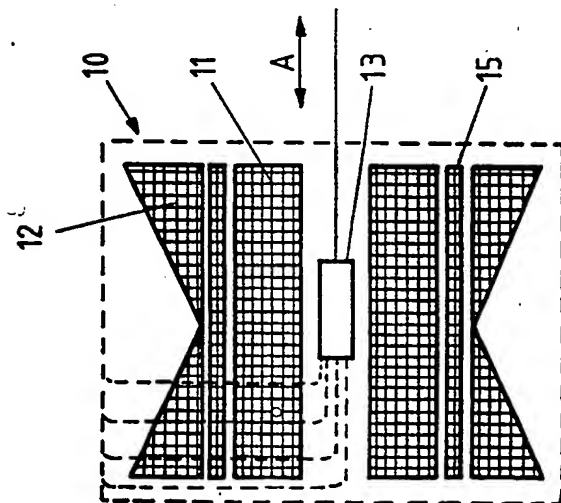


Fig. 1

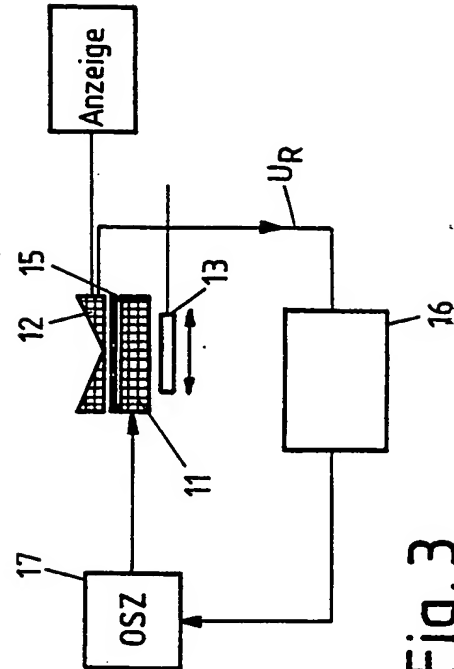


Fig. 3

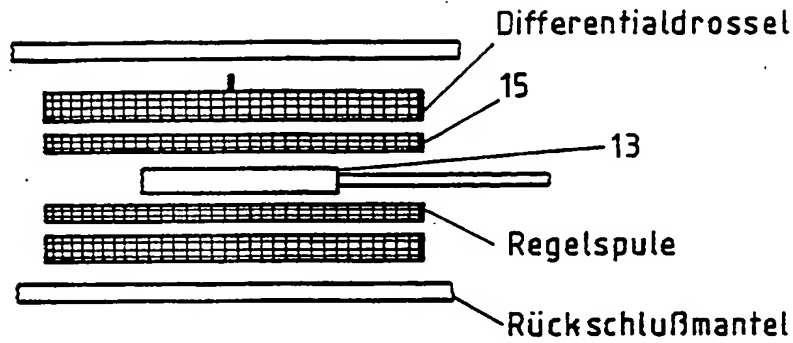


Fig. 4

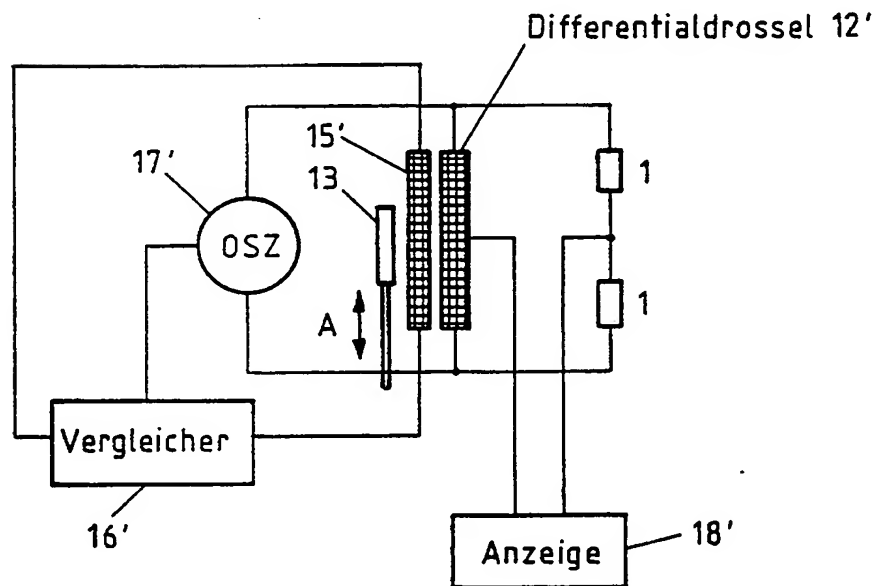


Fig. 5